

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Kapacitní plánování výroby vstříkovacích forem

Capacity Planning of Production of Injection Molds

Student:

Monika Kazmířová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2016

## Zadání bakalářské práce

Student: **Monika Kazmířová**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství  
Téma: **Kapacitní plánování výroby vstřikovacích forem**  
**Capacity Planning of Production of Injection Molds**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska výrobního sortimentu, stávající technologie výroby, plánování výrobních kapacit apod.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků s ohledem na řešenou problematiku.
4. Návrhy na zlepšení a jejich komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.  
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.  
ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. 1. vyd. Ostrava: Fakulta strojní VŠB – TUO, 2012. 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9.  
LÍBAL, Vladimír. *Organizace a řízení výroby*. 7. vyd. Praha: SNTL 1989. 559 s.

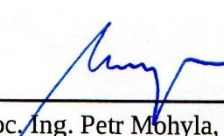
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



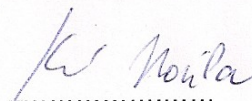
  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 8.5. 2016



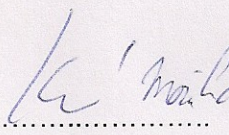
.....  
podpis studenta



Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucí bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 8.5.2016

  
.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Monika Kazmířová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Lhota u Vsetína 30  
755 01 Vsetín  
Česká Republika

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KAZMÍŘOVÁ, M. *Kapacitní plánování výroby vstřikovacích forem: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2016, XX s. Vedoucí práce: Šajdlerová, I.

Bakalářská práce se zabývá návrhem na zlepšení kapacitního plánování při výrobě vstřikovacích forem. Nejdříve je provedena analýza současného stavu výroby a jejího plánování. Analýza je doplněna o přehled používaného strojního vybavení a možnosti využití strojů ve výrobním procesu. Následně byly identifikovány problémy a specifikovány požadavky týkající se plánování výrobních kapacit v podniku. Pro zlepšení kapacitního plánování byly navrženy týdenní plány v aplikaci Excel.

## ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KAZMÍŘOVÁ, M. *Capacity Planning of Production of Injection Molds: Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2016, XX p. Thesis head: Šajdlerová, I.

This thesis deals with a proposal to improve capacity planning in the production of injection molds. First, an analysis of the current state of production and its planning. The analysis is complemented by an overview of used machinery and usage of machines in the production process. Consequently, problems were identified and specified requirements for the planning of production capacities in the company. To improve capacity planning were proposed weekly schedules in Excel.

# Obsah

Seznam použitých značek a symbolů .....	8
Úvod .....	10
1 Obecná charakteristika řešené problematiky .....	11
1.1 Podnik .....	13
1.2 Logistika .....	14
1.2.1 Základní dělení logistiky .....	15
1.2.2 Logistické toky .....	16
1.3 Strategické řízení .....	17
1.4 Projektování pracovišť .....	18
1.5 Technická příprava výroby .....	18
1.6 Kapacitní výpočty .....	19
2 Analýza současného stavu z hlediska výrobního sortimentu .....	23
2.1 Základní informace o společnosti .....	23
2.1.1 Stručná historie firmy NTZ s. r. o. ....	24
2.1.2 Charakter a typ výroby .....	25
2.1.3 Aktuální uspořádání pracovišť ve firmě NTZ s.r.o. ....	25
2.2 Přehled strojního vybavení [1] .....	26
2.3 Plánování výrobních kapacit .....	29
2.3.1 Vstřikovací forma .....	30
2.3.2 Kapacitní propočty pro jednotlivé stroje .....	34
2.3.3 Kapacitní využití strojů .....	34
2.3.4 Příklad kapacitního propočtu při výrobě hřebenů .....	35
3 Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků s ohledem na řešenou problematiku .....	37
3.1 Plánování výrobních kapacit s dopadem na organizaci a řízení výroby .....	37
3.2 Identifikace problémů .....	37
3.3 Specifikace požadavků s ohledem na řešenou problematiku .....	37
3.3.1 Výstup plánů kapacit strojů při přijetí zakázky .....	38
4 Návrh na zlepšení a jeho posouzení .....	39

5	Zhodnocení přínosů a závěr .....	44
6	Seznam použité literatury .....	46
7	Seznam obrázků a tabulek.....	48

## Seznam použitých značek a symbolů

A	Počet sobot a nedělí v roce [dnů/rok]
B	Placené svátky v roce [dnů/rok]
C	Počet dnů celopodnikové dovolené [dny/rok]
CNC	Číslicově řízený počítač (Computer Numeric Control)
ČSN	Česká státní norma
EDM	Elektronická správa dokumentů (Electronic Document Management)
EU	Evropská unie
FPD	Efektivní časový fond pracoviště
FSE	Efektivní časový fond stroje
H	Počet hodin za směnu
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
KZ	Koeficient plánovaných prostojů
N	Norma času za operaci (pracnost) [min nebo h]
NTZ	Nástrojárna Tvrdň Zezula
V	Hodinová výroba
Z	Plánované prostoje v %
Z	Plánované prostoje (čištění stroje na konci týdne, diagnostika + pražnce, preventivní prohlídky, údržba a opravy, povinné školení bez práce atd.) [dny/rok]
$d_v$	Velikost výrobní dávky [ks]
$k_n$	Koeficient plnění výkonové normy
$k_p$	Koeficient využití pracovní doby
s	Počet směn
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
$t_{Ai}$	Čas jednotkové práce na i-tém pracovišti [min]
$t_{Bi}$	Čas dávkové práce na i-tém pracovišti [min]
$t_i$	Pracnost operace [normohodina]



$t_i$	Skutečná pracnost operace na i-tém pracovišti
$t_0$	Doba strávená dělníkem na pracovišti
$t_s$	Doba skutečné práce vykonané dělníkem
$u$	Ukazatel práce dělníka

## Úvod

V současné době se firmy snaží co nejvíce přizpůsobit potřebám zákazníků, snaží se zlepšovat svoji výrobu a udržovat si také míru konkurenceschopnosti. Protože zejména automobilový průmysl si žádá mnoho plastových výrobků, větší množství firem se snaží zaměřit svoji výrobu tímto směrem. Firmy se pokoušejí přizpůsobit tomuto trendu, a to i za cenu zavádění nových výrobních postupů či technologií. Jsou na ně také kladené speciální požadavky a to zejména na kvalitu výrobků, jejich cenu a dodací lhůty.

Firmy tím vytvářejí nové pracovní prostředí, jsou nuceny zdokonalovat svoji výrobu a přizpůsobovat se požadavkům zákazníků. Tento trend se pak snaží udržet, neboť konkurence v oblasti lisování je v dnešní době velká a i drobné zaváhání může podnik ohrozit. Je důležité snažit se udržovat stálou úroveň a kvalitu, aby firma mohla při dosažení zisku například obnovovat stávající stroje za nové, investovat do modernějších technologií, rozšířit stávající prostory nebo vytvářet nová pracovní místa pro další výrobu. V oblasti lisování plastů dochází každým rokem k velkým poptávkám po tomto sortimentu a to jak pro tuzemské odběratele, tak zejména pro odběratele ze zahraničí, na které musí firmy pružně reagovat.

Firma NTZ s.r.o. je malá rozvíjející se firma, která se zabývá převážně nástrojařskou činností. Hlavní náplní práce je zpracování materiálů pomocí CNC frézování, včetně frézování 3D, programování podle modelů, kompletní výroba vstřikovacích forem a nástrojů dle výrobní dokumentace, výroba a oprava nástrojů a forem na výrobu plastů mikronavařování, leštění do vysokých lesků a také lisování plastových výrobků v malých i velkých sériích. Operuje především na tuzemském trhu a v malé míře jsou některé výrobky dodávány i do zahraničí. [1]

Cílem bakalářské práce je analýza pracovního prostředí, časového průběhu jednotlivých operací a toku materiálů při výrobě vstřikovací formy s návrhem řešení kapacit výroby vstřikovacích forem. Cílem práce je vytvořit časový plán výroby a také zlepšení informačních toků spojených s výrobou vstřikovacích forem.

# 1 Obecná charakteristika řešené problematiky

V této části bakalářské práce jsou uvedeny základní pojmy, které úzce souvisí s řešeným tématem práce.

Systém plánování a řízení výroby, přístupy k tvorbě sortimentní politiky, způsobu výpočtu spotřeby materiálu a řada dalších aspektů výrobního managementu výrazně podmiňují organizaci a výběr logistických postupů i vlastní efektivnost celého procesu.[2]

**Výroba** je složitý proces, který musí být velmi dobře organizován, je součástí komplexního systému firmy a její podnikatelské politiky. Výroba je také přeměna všech výrobních faktorů (statků a služeb) v jiné statky – věcné statky nebo služby vycházející s výrobního procesu sloužící k uspokojení potřeb konečného zákazníka.[3]

**Výrobní proces** je tvůrčím technickým a společenský procesem, jehož funkcí je tvorba materiálních hodnot (výrobků, výkonů).

**Řízení výroby** – účelná koordinace ve sféře výroby. Manažer objevuje nová řešení, plánuje, organizuje, motivuje, kontroluje, komunikuje, rozhoduje.

Cyklus výroby:

- tvorba,
- plánování,
- organizování,
- motivování,
- kontrola.

**Výrobní proces** můžeme dělit podle charakteru jeho složek:

- technologický proces (např. tváření, obrábění montáž...) představují operace uspořádané v časovém sledu, které na sebe navazují,
- pracovní proces (manipulace, kontrola), vykovává především pracovní síla, která se přímo podílí na opracování předmětu.

Výrobní proces můžeme dělit podle vztahu k výrobku:

- hlavní výrobní proces, který je zaměřen na hlavní technologické činnosti,
- pomocný výrobní proces, kdy produkty tohoto procesu nepřecházejí do hotových výrobků, jsou určené k expedici (např. nástroje, přípravky, zápustky atd.),
- vedlejší (nebo obslužný) výrobní proces, který slouží hlavně k zajištění energie, manipulaci s materiálem, skladování, expedici, údržbu apod. [4]

**Pracovní proces** je v podstatě lidská práce, kterou odvádí pracovníci účastní na výrobě. Je jednou ze základních složek výrobního systému. Výrobní proces se skládá z pracovních operací.

**Pracovní operace** je souvislá nepřerušovaná činnost, kterou obvykle vykonává jeden pracovník nebo skupina pracovníků na určitém pracovišti, nebo na více pracovištích. Pracovní operace lze dále členit na pracovní úkony a pracovní pohyby.

**Pracovní úkon** je přesně ohraničená, ukončená činnost, např. upnutí nebo vyjmutí součásti, řízení chodu mechanismu. Úkony, při kterých dochází ke změně polotovaru nebo vstupního materiálu, nazýváme hlavní úkony, ostatní úkony nazýváme vedlejšími úkony. Úkony se dále člení na pohyby. [4]

**Pracovní pohyb** je základní, dále nedělitelná část pracovních úkonů, jejichž časové hodnoty se považují za elementární, např. uchopení, puštění či přemístění hmotného činitele pracovníkem.

**Pracovní výkon** je výsledek působení pracovní síly v pracovním procesu. Vyjadřuje množství produkce vyrobené určitým pracovníkem na určitém pracovišti za určitou dobu.

**Pracovní prostředí** je souhrn podstatných pracovních podmínek působících na člověka při výkon práce. Patří k němu:

- technickoorganizační činitele (např. technologie a organizace práce),
- sociálně-psychologické činitele (vztahy mezi lidmi),
- fyzikální činitele (osvětlení, hluk, pracovní ovzduší, úprava pracoviště). [4]

## 1.1 Podnik

**Podnik** je složitý sociálně ekonomický systém, s mnoha prvky ve vzájemné interakci a vazbách na prostředí (vnitřní i vnější), skládá se ze dvou vzájemně propojených subjektů:

- řídicího subsystému – subjektu řízení,
- řízeného subsystému – objektu řízení.

Řídicí subsystém (viz Obr 1.1) výrobního systému představuje složitý komplex orgánů řízení. Skládá se z pracovníků a technických prostředků řídicího aparátu, který plní různé funkce:

- technické,
- výrobní,
- personální,
- ekonomické.

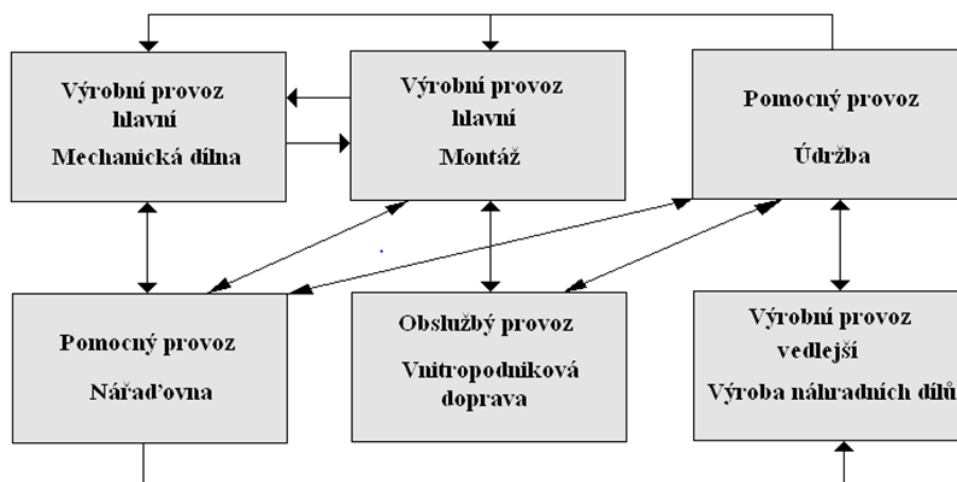


Obr. 1.1 Schéma řídicího subsystému [4]

Řízený subsystém (viz Obr. 1.2) se skládá z celé řady vzájemně kooperujících výrobních celků (výrobních jednotek):

- hlavních,
- vedlejších,
- pomocných,
- obslužných – provozů, dílen, pracovišť [4]





Obr. 1.2 Schéma řízeného subsystému [4]

Pod vlivem procesu řízení dochází k cílevědomé změně řízeného výkonného systému. Řídící a řízený (výkonný) systém tvoří spolu organickou jednotu.

Proces řízení (chápaný jako řídicí systém v dynamice) se realizuje v rámci dané organizační struktury řídicího systému.

Proces řízení je souborem řídicích aktivit, které řídicí systém plní v rámci jednotlivých funkcí řízení – základních, průběžných a zabezpečovacích. [5]

## 1.2 Logistika

Logistika se považuje za integrované plánování, formování, provádění a kontrolování hmotných a s nimi spojených informačních toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a od podniku k odběrateli. Za objekty logistiky lze považovat veškeré druhy materiálu a zboží tj. výrobní materiály, pomocné a provozní materiály, subdodávky a náhradní díly, obchodní zboží, stejně jako polotovary a hotové výrobky.[6]

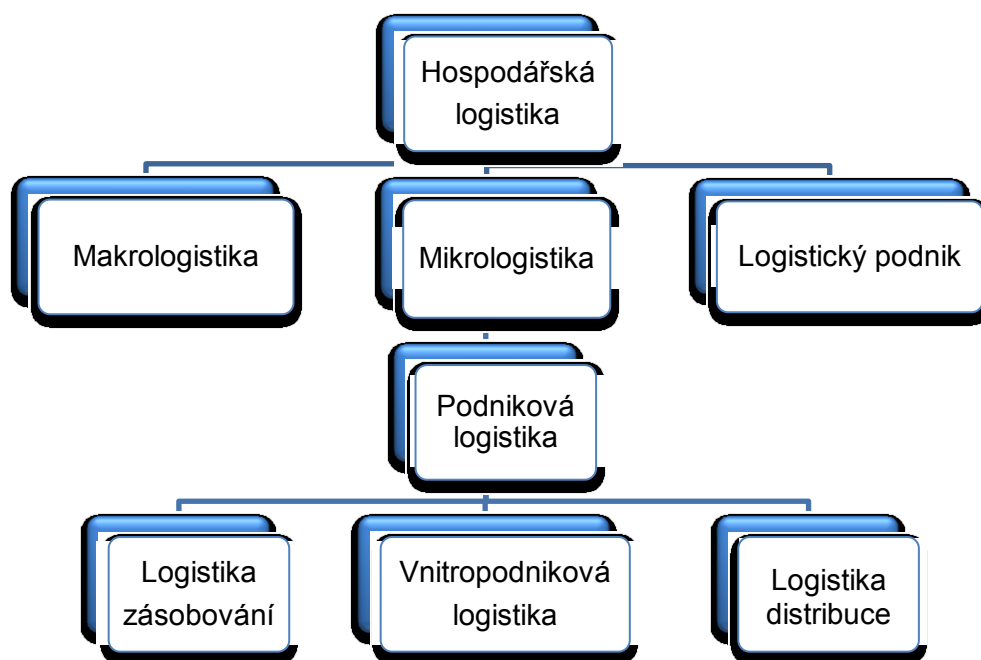
Populární definice logistiky: „ V logistice jde o to, jak zařídit, aby správně věci byly ve správný čas na správném místě, a to navíc za minimální cenu!“ [7]

Cíle logistiky musí být v souladu se strategickým řízením podniku. Týkají se marketingu, prodeje, výroby, výrobní technologie a podnikové logistiky. Cíle podnikové logistiky: Na jedné straně, musí vycházet z podnikové strategie a měly by naplňovat

celopodnikové cíle. Na druhé straně, musí zabezpečit přání zákazníků na zboží a služby na požadované úrovni, při splnění podmínky minimálních nákladů.

Logistické cíle se rozpadají do dílčích cílů, které jsou vzájemně propojeny. Výkonným cílem je dosažení určité požadované úrovně služeb. Maximální služby za minimální ceny.[8]

### 1.2.1 Základní dělení logistiky



Obr. 1.3. Základní dělení logistiky [8]

**Mikrologistika** je vědní obor logistiky, který se zabývá řízením logistiky a logistických procesů v rámci jednotek podniku. Tyto hospodářské jednotky v rámci podniku kooperují a v rámci podniku se realizuje integrovaný tok materiálu, služby, energie a informace.

**Makrologistika** je vědní obor, který přesahuje hranici podniku.

**Makrologistika** (označuje se také jako logistický podnik) se zabývá logistikou působící v oblasti dodavatelsko-odběratelských vztahů. Jedná se tedy o mezipodnikovou logistiku, která je schopna realizovat logistické procesy v daleko širším měřítku. V širším pojetí se jedná o průnik mikro a makrologistiky ve specifických odvětvích logistiky podniků (spediční činnost, sklady, distribuce, Cross-doc centra apod.). [8]

**Podniková logistika** zahrnuje řadu logistických procesů, patří zde tyto základní činnosti:

- logistika zásobování – nákup základního a pomocného materiálu, polotovarů a dílčích výrobků od subdodavatelů,
- vnitropodniková logistika – řízení toku materiálu podnikem (vlastní výrobní logistika v užším pojetí,
- logistika distribuce – dodávky výrobků zákazníkům. [8]

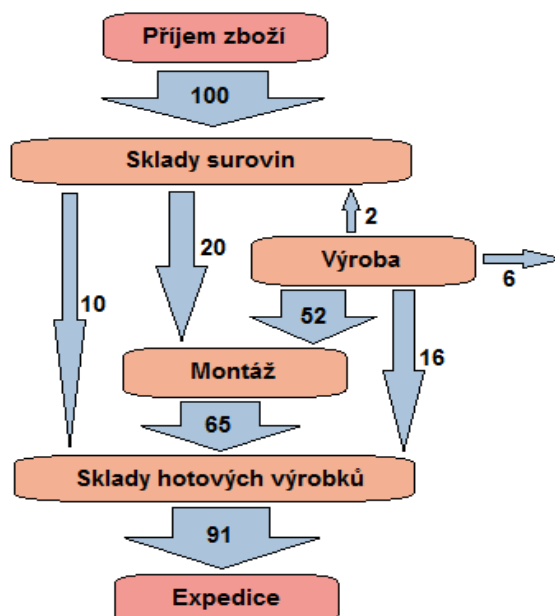
### 1.2.2 Logistické toky

Tokem v logistice rozumíme posloupnost stavů pohybu a přerušení pohybu objektů při uspokojování požadavků po produktech. Objektem logistiky jsou tedy toky, mohou nabývat tří dimenzí, které jsou vzájemně úzce propojeny.

Fyzické toky – tok materiálu (viz Obr. 1.4), surovin, rozpracovaných výrobků, obalů, zmetků, osob, nosičů informací, dopravních prostředků.

Informační toky – toky informací o požadavcích zákazníka, toky řídicích informací, toky informací o průběhu a výsledcích fyzických a peněžních toků.

Peněžní toky – toky peněžních příjmů a výdajů spojených s fyzickými a informačními toky. [8]



Obr. 1.4 Znáznornění toku materiálu – Sankeyův diagram [9]

Metoda vycházející z půdorysného plánu objektu, která nám graficky umožňuje znázornit tok materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Zjištěné množství materiálu je v Sankeyově diagramu vyobrazeno šířkou plných šipek, někdy také barevně odlišných, které současně označují směr toku materiálu. [10]

Všechny tři druhy toků musí být sladěny. Pokud tomu tak není, dochází k poruchám. Logistické řízení by mělo předejít nežádoucím situacím, kdy například:

- jsou hotovy konstrukční výkresy a výrobní postupy, avšak nebyl dosud dodán materiál potřebný pro výrobu,
- zakázka je hotova, avšak nemůže být odeslána, neboť se čeká na vyhotovení průvodních dokladů,
- zakázka je zákazníkovi dodána, avšak jeho platební nekázeň ohrožuje nastartování nového výrobního cyklu u dodavatele. [8]

### 1.3 Strategické řízení

Strategie (řecky *strategos* – generál, *stratos* – vojsko, *výprava* + *agein* – vést; poprvé se strategií setkáváme ve vojenství, následně se tento pojem objevuje také v ekonomii, politice, diplomacii, ale také ve sportu a v podnikání). Strategie vyjadřuje způsob, jak se chovat v delším časovém úseku, je to základ myšlení do budoucna. Jedná se tedy v podstatě o dlouhodobý plán činností zaměřený na dosažení nějakého cíle. [11]

Strategické řízení, vycházející z dlouhodobých předpovědí vývoje, pomáhá firmě anticipovat budoucí problémy a příležitosti. Jeho uplatňováním se prodlužuje čas pro přípravu organizace na řešení zásadních problémů a překážek dalšího vývoje

Strategické řízení dává jasné cíle a směry pro budoucnost podniku, pocitu jistoty jeho pracovníkům. Je známo, že většina lidí lépe pracuje, když ví, co je od nich očekáváno a kam podnik směřuje.

Strategické řízení pomáhá zvyšovat kvalitu managementu, vede řídící pracovníky k tomu, aby zkvalitňovali koordinaci projektů, motivaci pracovníků a zlepšuje alokaci zdrojů. [2]

## **1.4 Projektování pracovišť**

Projektování – je opakující se činnost, rozčleněná do etap, která se zaměřuje od globálního až po konkrétní řešení dané problematiky. Příkladem tohoto řešení může být samotné projektování podniku, provozů, dílen nebo konkrétního rozmístění pracoviště.

Do jednotlivých etap projektování zařazujeme:

- situování (umístění podniku do terénu),
- generální řešení,
- projektování výrobních systémů,
- podrobné rozmístění,
- projekty pracoviště,
- samotná realizace. [3]

## **1.5 Technická příprava výroby**

Technická příprava výroby je souhrn činností a opatření technicko-organizačního charakteru, zaměřených na zpracování konstrukční, technologické a projektové dokumentace.

Konstrukční příprava výroby je souhrn prací při konstruování (konstrukčně technologická standardizace) a modernizaci výrobků.

Technologická příprava výroby je souhrn opatření pro vytvoření výrobní dokumentace včetně podkladů pro materiální vybavení přípravky a pomůckami. Výrobní dokumentace obsahuje závazné informace pro zajištění výroby, montáže, manipulace a kontroly.

Činnost technologa je zaměřena především na:

- rozbor součástkových nákladů (uplatnění technologické standardizace),
- výběr vhodných výchozích polotovarů,
- určení pořadí technologických, manipulačních a kontrolních operací ve výrobě,
- výběr strojů, nástrojů, přípravků, měřidel,
- výpočet spotřeb času práce, materiálu, energie, tzn. celkové kalkulace nákladů na výrobek,
- technologickou přípravu,
- vedení evidence o provedených změnách technologické dokumentace,
- archivaci technologické dokumentace.



Hlavním výstupem technologa je zpracovaný technologický postup, nebo montážní postup. Dále pak zpracovává technologická schémata, technologické návodky, rozbor norem výkonu práce apod.

Popis výrobního procesu zahrnuje:

- výrobek,
- materiál, polotovary,
- stroje, výrobní zařízení,
- technologie,
- pracovníky,
- energii,
- organizaci práce,
- dělbu práce uvnitř i vně výrobního systému.

Fáze technologického projektování jsou:

- **rozborová** – shromáždíme pravdivé podklady a informace a provedeme jich analýzu kritické posouzení,
- **návrhová** – zpracujeme návrhy:
  - a) výrobní dokumentace,
  - b) schéma pracoviště apod.
- **realizační** – vybereme nejvýhodnější varianty a určíme postup realizace.

Předmětem technologického projektování je výrobní systém, který můžeme vymezit jak časovým, prostorovým a organizačním seskupením hmotných zdrojů, prostředků a pracovních sil určených pro výrobu. [12]

## 1.6 Kapacitní výpočty

Výrobní kapacitou rozumíme maximální možnost hospodárné výroby určitých výrobků, kterou lze uskutečnit při dané technologické a organizační úrovni výroby, za stanované časové období a při dodržení limitujících podmínek pro výrobu.

Kapacitní propočty se zabývají vztahem výrobního programu a výrobního profilu a mohou být použity pro:

- stanovení výrobního profilu tj. pracovníků, strojů a zařízení, surovin, energií, odpadů, ale také pro představu o kvalitě nehmotných prvků výrobního systému technologie nebo organizaci řízení výrobního procesu,

- optimalizaci výrobního programu v případě již zavedené výroby
- modelování očekávaného průběhu výroby.

Výsledkem kapacitního propočtu je stanovení:

- počtu pracovníků (dělníci strojní, ruční, pomocní, technici, administrativa),
- počtu a druhu strojů (výrobní, pomocné),
- počtu a druhu technologických a pracovních míst,
- velikosti ploch (výrobní, pomocné, sociálně-správní),
- Potřeby energií,
- objemu surovin, pomocných materiálů a odpadů.

Podle charakteru zadání projektové úlohy a podle množství získání informací o výrobě, můžeme některé u z těchto kapacitních propočtů zařadit:

1. podle přesného (známého) výrobního programu,
2. podle převedeného výrobního programu,
3. přibližný propočet z ukazatelů přímých nebo ukazatelů nepřímých.

Při těchto propočtech se zpravidla neobejdeme bez určení:

- časového fondu pracoviště za určité období,
- pracnosti operace na pracovišti. [12]

### Pracnost operace

Pracnost operace v hodinách na určitém pracovišti stanovíme s hodnot udaných v technologickém postupu, tedy z normohodin takto [12]:

$$t_i = \frac{t_{Ai}}{60} + \frac{t_{Bi}}{60 \cdot d_v} \quad [h] \quad (1)$$

$t_i$	pracnost operace [normohodina]
$t_{Ai}$	čas jednotkové práce na i-tém pracovišti [min]
$t_{Bi}$	čas dávkové práce na i-tém pracovišti [min]
$d_v$	velikost výrobní dávky [ks]

Ve skutečnosti hodnotu  $t_i$  do značné míry může ovlivnit sám dělník, pokud se nejedná o automatizovaný cyklus operace.

Abychom obdrželi pracnost v odpracovaných hodinách co nejpřesněji, musíme započítat ukazatel práce dělníka, pak [12]:

$$t_i = \frac{t_{Ai}}{60.u} + \frac{t_{Bi}}{60.u.d_v} \quad [h] \quad (2)$$

$$u = k_n.k_p \quad (3)$$

$$k_n = \frac{t_i}{t_s} \quad (4)$$

$$k_p = \frac{t_s}{t_o} \quad (5)$$

$t_i$	skutečná pracnost operace na i-tém pracovišti
$u$	ukazatel práce dělníka
$k_n$	koeficient plnění výkonové normy
$k_p$	koeficient využití pracovní doby
$t_s$	doba skutečné práce vykonané dělníkem
$t_o$	doba strávená dělníkem na pracovišti

### Časový fond

Fond výrobního času udává čas, který je dané zařízení (pracovníci) schopno odpracovat v určitém časovém období. Časovým obdobím se rozumí zpravidla jeden rok.

Kalendářní časový fond ( $F_k$ ) udává celkový počet dnů v roce.

Nominální časový fond ( $F_n$ ) udává počet pracovních dnů v roce, resp. od kalendářního časového fondu odečteme počet sobot, nedělí a svátků. [13]

$$F_N = F_K - A - B = 365 - A - B \quad (6)$$

A	počet sobot a nedělí v roce [dny/rok]
B	placené svátky v roce [dny/rok]

### **Efektivní (využitelný) časový fond ( $F_{DE}$ , $F_{SE}$ )**

Jedná se o nominální časový fond snížený o dobu, kdy pracovník (zařízení) nepracuje z důvodu pracovní neschopnosti, dovolené, překážek v práci a dobu údržby, revize, oprav u zařízení apod. V následujících řádcích jsou uvedeny vzorce pro příslušné výpočty [13].

### **Efektivní časový fond stroje (zařízení) ( $F_{SE}$ )**

$$F_{SE} = (F_N - C) \cdot h \cdot s - Z = (F_N - C) \cdot h \cdot s \cdot k_Z = (F_N - C) \cdot h \cdot s \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) \left[ \frac{h}{rok} \right] \quad (7)$$

- C      počet dnů celopodnikové dovolené [dny/rok]  
Z      plánované prostoje (čištění stroje na konci týdne, diagnostika pražnice, preventivní prohlídky, údržba a opravy, povinné školení bez práce atd.) [dny/rok]  
h      počet hodin za směnu  
s      počet směn  
k<sub>Z</sub>    koeficient plánovaných prostojů  
z      plánované prostoje v %

$$k_Z = \left(1 - \frac{z}{100}\right) \quad (8)$$

$$z = \left(1 - \frac{z \cdot 100}{(F_N - C) \cdot h \cdot s}\right) [\%]$$

### **Efektivní časový fond pracoviště (využitelná kapacita pracoviště) (FPD)**

$$F_{PD} = (F_N - C) \cdot h \cdot s \cdot g - Z = (F_N - C) \cdot h \cdot s \cdot g \cdot k_Z = (F_N - C) \cdot h \cdot s \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) \left[ \frac{h}{rok} \right] \quad (9)$$

### **Výrobnost**

Je to vyjádření množství výrobků, které je možné vyrobit za zvolenou časovou jednotku. Výrobnost se liší s ohledem na volbu časové jednotky, kdy je brána v úvahu výrobnost minutová, hodinová, směnová. Faktorem ovlivňující výpočet výrobnosti je pracnost.

$$V = \frac{60}{N} \text{ [ ks/hod ]} \quad (10)$$

- V      hodinová výrobnost  
N      norma času za operaci (pracnost) [min nebo hod]

## 2 Analýza současného stavu z hlediska výrobního sortimentu

V praktické části bakalářské práce je základní popis a organizace společnosti NTZ s.r.o. Analýza současného stavu z hlediska výrobního sortimentu, kdy výroba probíhá na všech stávajících strojích, existuje jen obecný přehled o plánování výroby. Proto je zadán návrh na jeho řešení, tzv. kapacitní plánování, z důvodu efektivnosti a plynulosti výroby a tím také k zlepšení přenosu informačních a materiálových toků.

### 2.1 Základní informace o společnosti

Firma NTZ s.r.o. patří k firmám s nedlouhou tradicí, nicméně s ohledem na dlouhodobé zkušenosti zakladatelů firmy v oblasti strojírenských a nástrojařských prací se firmě daří získat a úspěšně realizovat zakázky určené v převážné míře pro automobilový průmysl. Firma NTZ s.r.o. byla založena v květnu 2013 dvěma zkušenými nástrojaři s jasnou vizí jak tuto profesi dělat a jak ji rozhodně nedělat. Společnosti je tak postavena na fungujícím principu otevřenosti, komunikace, efektivity a odpovědnosti ve vnitřních procesech i ve vztahu k zákazníkovi. Ve firmě našli zaměstnání zkušení a respektovaní odborníci s dlouholetou praxí, na druhou stranu do firmy přicházejí mladí a vzdělaní zaměstnanci, kteří jsou perspektivou do dalších let. Firma na několika středních školách v regionu vyhledává případné nové zaměstnance, působí na jejich rozvoji a nabízí praxi ve svých provozovnách. Firma je na ploše 421 m<sup>2</sup> a k současnému datu má 14 zaměstnanců. Logo firmy je znázorněno na obrázku (viz Obr. 1.1) [1]



Obr.2.1 Logo firmy NTZ s.r.o. [1]



### 2.1.1 Stručná historie firmy NTZ s. r. o.

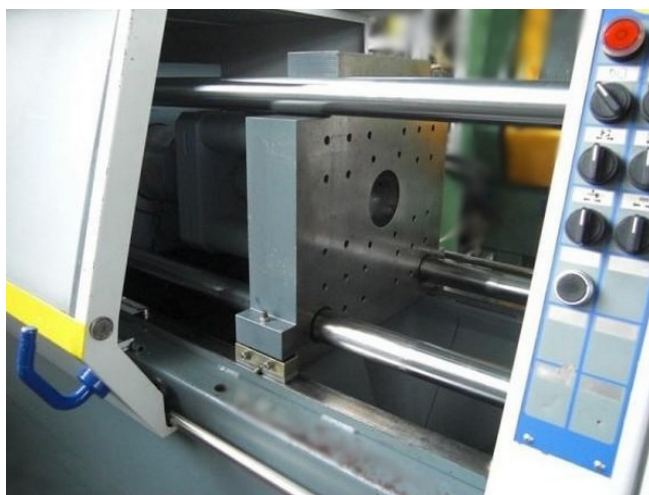
2013 - Založení NTZ spol. s.r.o., firma má dva majitele, dva zaměstnance, jedno obráběcí centrum.

2014 - Firma má stále dva majitele, celkově však už osm zaměstnanců, dvě CNC centra a doplněno bylo také další strojní vybavení oblasti výroby a služeb, např. o lisování plastů. (viz Obr. 2.2)

2015 - Firma přijímá další zaměstnance a dokončují se stavební úpravy dílen. Strojní vybavení je doplněno o EDM hloubičku, novou CNC frézku, drátovku.

2016 – Firma má 14 zaměstnanců a v průběhu měsíce července má přijmout další dva zaměstnance.

Firma provádí kompletní výrobu forem pro vstřikování plastů, střížných a ohýbacích nástrojů, přesných dílů a dalších produktů dle požadavků a podkladů klientů a úzce spolupracuje s danými firmami, pro které zajišťuje servis forem a výrobu náhradních dílů. Tyto firmy často nemají vlastní výrobní kapacity a tak se veškerá výroba provádí ve firmě NTZ s.r.o. I přes relativní mládí firmy má dlouholeté zkušenosti nejen z oboru výroby, údržby a oprav vstřikovacích forem a nástrojů, ale také v oblasti lisování (viz Obr. 2.3), řízení kvality a péče o zákazníka. Specializuje se na CNC frézování, elektroerozivní obrábění (EDM hloubení), opravy mikronavařování a opracování povrchů leštěním s nejvyššími nároky na přesnost a kvalitu (např. automotive oblast). V malé míře se firma zabývá zámečnictvím, které slouží zejména pro potřeby samotné firmy, ale i pro malý okruh zákazníků. [1]



Obr. 2.2 Vstřikovací lis BA 200CD [1]

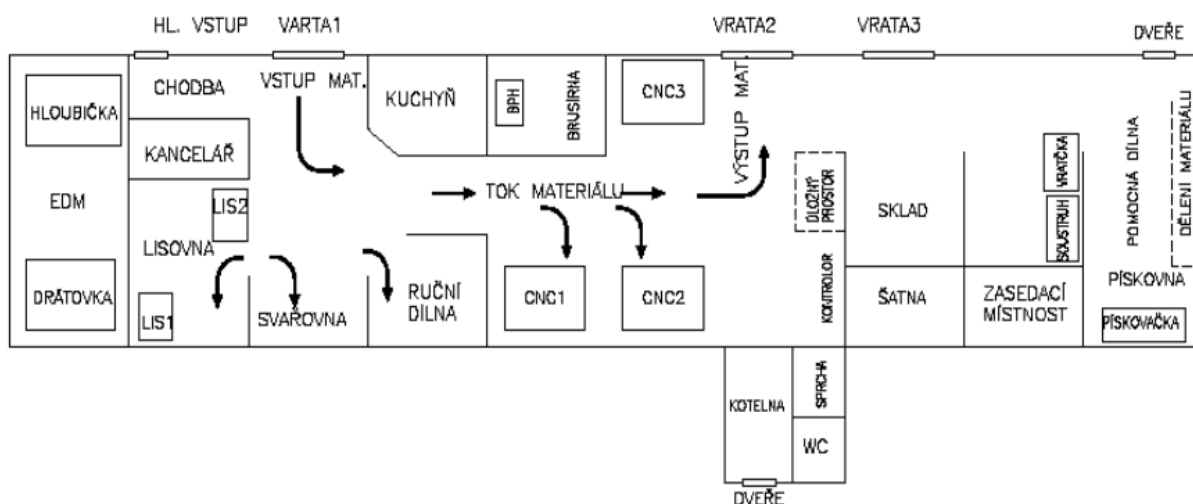


Obr. 2.3 Příklady výrobků ze sériové výroby [1]

### 2.1.2 Charakter a typ výroby

Podle výrobního programu lze firmu NTZ s.r.o. zařadit mezi subjekty, které zajišťují základní výrobu, podle použitého charakteru technologie výrobních procesů se jedná o mechanickou výrobu, kdy se nemění vlastnosti látkové podstaty vstupních surovin a materiálů, ale během technologického procesu se mění vzhled, tvar a jakost plochy vstupních surovin a materiály jsou opracovány obráběním, svařováním, broušením leštěním.






### 2.1.3 Aktuální uspořádání pracovišť ve firmě NTZ s.r.o.









Obr. 2.4 Schéma aktuálního uspořádání pracovišť ve firmě NTZ s.r.o.

## 2.2 Přehled strojního vybavení [1]

Tab. 2.1 Strojní vybavení

Činnost	Upřesnění	Počet	Výrobce	Ilustrační foto
CNC Frézování	Výroba strojních součástí, formy pro vstřikování plastů, tvářecí, střížné a lisovací nástroje, přípravky upínací, svařovací, montážní, kontrolní apod., elektrody pro elektroerozivní obrábění, kusová a sériová výroba dle zadání.	1	NXV 1020A Taiwan	
		2	MCV 750 MAS Kovosvit a.s. Česká republika	
EDM Hloubení	Elektroerozivní vyjiskřování, Elektroerozivní hloubení se provádí vlastními elektrody z grafitu a mědi.	1	MITSUBISHI Electric FX 20K Japan	
Řezání drátem	Elektroerozivní řezání drátem se provádí dle dodané výkresové dokumentace, případně 3D modelů.	1	AGIE CHARMILES AEGITRON 2U Switzerland	
Broušení na plocho	Rovinné broušení při kusové i sériové výrobě.	1	ELEKTRO Praga Česká republika	

Činnost	Upřesnění	Počet	Výrobce	Ilustrační foto
Dělení materiálů	Formátování materiálu dle požadované dokumentace.	1	PILOUS ARG 200 Česká republika	
Mikronavařování a svařování	Opravy na dělicích rovinách forem, opravy prasklin, opravy po chybném obrábění, tvarové modifikace.	1	Alfa In – ATA 400 puls Česká republika	
		1	FRONIUS MagicWave 2000	
Vrtání	Vrtání otvorů při výrobě vstříkovacích forem.	1	MAS VR2 Česká republika	
Lisování plastů	Sériová nebo kusová výroba dle dodané objednávky.	1	BATTENFELD BA200CD Austria	
		1	BATTENFELD BA 350 PLUS Austria	

Chybějící technologie např. soustružení, broušení na kulato, broušení otvorů a broušení velkých dílů je z hlediska malého počtu požadovaných prací označeno firmou NTZ s.r.o. jako neperspektivní a proto je nutné tyto operace kooperovat (Obr. 2.5,2.6). V kooperaci se provádí například kalení a fosfátování, které je nutné při výrobě hřebenů, využívá se velká místní kalírna. Po těchto výrobních operacích probíhá jen kontrola a následně jsou výrobky dodávány zákazníkům. Firma vybírá ze dvou až tří možných dodavatelů, kteří dle aktuální zakázky mohou zajistit broušení na kulato, broušení 3D tvaru nebo CNC soustružení, které se ve firmě NTZ s.r.o. provádí jen v malé míře. Z hlediska vysoké pořizovací ceny a malé náplně práce při těchto technologiích je časová návratnost těchto investic dlouhodobá, tudíž se firma NTZ s.r.o. rozhodla pro tuto možnost.



Obr. 2. 5 Bruska na plocho a kulato [14]



Obr. 2.6 Soustruh kombinovaný PROMA SKF-800 [15]

## 2.3 Plánování výrobních kapacit

Plánování výrobních kapacit je v kompetenci společníků firmy. Oba dva společníci (viz Tab. 2.2) mají přístup k přehledu přijatých zakázek, které jsou jednotlivě evidovány a označeny pořadovým číslem. Veškeré operace či nákup dílů, kooperace jsou přiřazovány k jednotlivým zakázkám pod daným pořadovým číslem.

Celé řízení výroby spočívá pouze v každodenním rozdělení úkolů od těchto dvou vedoucích pracovníků. Zakázky jsou evidovány v průvodních listech (viz Obr. 2.7), které přijímají jednotlivé dílny s danou (předepsanou) výrobou. Jednotliví pracovníci do těchto průvodních listů zapisují vykonaný úkon a počet odpracovaných hodin. Na základě těchto průvodních listů, následně dochází k uzavření zakázky, předání zakázky zákazníkovi a konečná fakturace za zakázku. Neexistuje systémové provázání mezi jednotlivými zakázkami s ohledem na plánování kapacit a dodržení termínů.

**NIZ**  
NÁSTROJNÍ  
PRŮMYSL  
ODD. 307/5

Pořadové číslo	Termin zhotovení
15/182	
Objednávka	Faktura číslo
Datum přijetí	
12.5.2015	
Počet kusů	
1	

**Průvodní list**

OBJEDNATEL

Popis práce

**úprava formy 4176**

1

Postup	Číslo výkresu (název)	Datum	Kdo	Hodin	MK	Sazba	Cena
CNC	4176-064	23.6.15	OK	8			
CNC	4176-04 ZRC 1/1	23.6.15	OK	4,5			
CNC - výroba přípravku pro 4176-067	4176-067	23.6.15	OK	5			
CNC - výroba přípravku pro 066 i 166	4176-066 i 166	24.6.15	OK	45 min			
CNC	4176-066 i 166	24.6.15	OK	5h 45min			
CNC	4176-066 i 166	24.6.15	OK	15			
CNC - výroba přípravku pro 4176-065	4176-065	25.6.15	OK	45 min			
CNC	4176-065	25.6.15	OK	4			
CNC	4176-015	26.6.15	OK	4			
CNC	4176-015	25.6.15	OK	8			
CNC	4176-015	22.6.15	OK	8			
CNC	4176-015	23.6.15	OK	8			
CNC	4176-014	16.6.15	OK	6,30			
CNC	4176-015	29.6.15	OK	10,5			
CNC	4176-015	30.6.15	OK	3			
CNC	4176-014	30.6.15	OK	0,15			
PROGRAMOVÁNÍ DOŠ 14,15,16,16,16,16	166	30.6.15	KALUS				12.000,-
CNC - 667 RSLW2	4176-014	30.6.15	OK	10			
						<b>Celkem</b>	

Poznámky  
 1/1

Obr. 2.7 Průvodní list. [1]

Tab. 2.2 Přehled zodpovědnosti dvou vedoucích společníků

1. společník	2. společník
Příjem a vystavení objednávek	Výroba
Zásobování	Technologické postupy
Údržba a opravy strojních zařízení	Výkresová dokumentace
Reklama	Zajišťování podkladů pro výrobu
Účetnictví, mzdy, platby	Modely
Pohledávky	Kontrola
Autodoprava	EDM
Zámečnictví	CNC

Jelikož ve firmě chybí kapacitní plánování výroby, je nutné tento stěžejní problém v co nejbližší době řešit a to návrhem a implementací jednotlivých kroků, neboť ve firmě dochází k:

- Absenci evidence zakázek s výstupem kapacit na jednotlivých strojích, operacích, technologiích,
- neexistuje samostatné kapacitní plánování,
- neexistuje výhled volných kapacit málo používaných strojů, technologií, operací.

### 2.3.1 Vstřikovací forma

Vstřikovací forma je složena z různých materiálů, kde upínací desky a rámy jsou ze základních materiálů, tvárníky a tvárnice plus další drobné komponenty jsou z materiálů speciálních.

Tab. 2.3 Základní materiál – třídy oceli

Značka oceli dle ČSN	Značka oceli dle EN nebo EN ISO	Číslo materiálu W.Nr.
11 375	S235JRH	1.0039
11 600	E335	1.0060
12 050	C45E	1.1191
14 220	16MnCr5	1.7131
19 520	40CrMnMo7	1.2311

Tyto materiály se již pro potřeby firmy většinou nekalí a zůstávají v původním stavu.



Tab. 2.4 Speciální materiál – třídy oceli

Značka oceli dle ČSN	Značka oceli dle EN nebo EN ISO	Číslo materiálu W.Nr.
19 312	90MnCrV8	1.2842
19 573	X153CrMoV12	1.2379
19 552	X37CrMoV5-1	1.2343
19 554	X40CrMoV5-1	1.2344

Tyto materiály se většinou kalí dle potřeby v rozmezí 48 – 58 HRC. Typový příklad vstřikovací formy je uveden na obr. 2.8.



Obr. 2.8 Vstřikovací forma [1]

#### **Základní postup výroby jednotlivých dílů vstřikovací formy**

- Hrubé opracování dílů (CNC, soustruh, vrtačka).
- Zhotovení veškerých položek, které je nutné dodělat před kalením a tepelným zpracováním, což je například řezání závitů (CNC, soustruh, vrtačka).
- Tepelné zpracování - např. kalení (kalírna - kooperace).
- Broušení popřípadě odšlichtování tvarů, které znamená doladění dvou a více tvarů do sebe (CNC, bruska, EDM).
- Leštění nebo další povrchové úpravy (ruční pracoviště).
- Samotná montáž (ruční pracoviště).
- Zkouška formy (lisovna).

## Základní časový plán výroby formy

Tab. 2.5 Základní časový plán výroby jedné formy

	CNC	Vrtání	Kalení	CNC	Broušení	Leštění	Montáž
<b>Pevná část</b>				<i>Časy v normohodinách/ks</i>			
Upínací deska	10	4					
Tvárníková deska	50	16					
<b>Pohyblivá část</b>							
Upínací desky	10	4					
Rozpěrky	5						
Vyhazovací desky	15						
Tvárníková deska	45	12					
Tvárníky	65	10	Ano	33	12	90	
Konečná montáž formy							3x10

Zkouška formy probíhá dle dohody se zákazníkem, kdy se nová forma zkouší na jeho stroji, pro který je forma vyrobena. Zpravidla trvá zkouška jednu pracovní směnu a to 8 hodin, záleží také na velikosti a složitosti vyráběné formy.

Tab. 2.6 Zakázky leden 2015

Zakázka	Popis práce	Zakázka	Popis práce
Č. 15/1	Forma	Č. 15/27	Leštění
č. 15/2	Poz.01_306 svařit.	č. 15/28	Oprava formy
č. 15/3	Lisování 29.191478.01	č. 15/29	Leštění
č. 15/4	Vyvaření drážky odfuku	č. 15/30	Frézování desek, navaření
č. 15/5	Vyvaření drážky odfuku	č. 15/31	Leštění tvárníku
č. 15/6	Vybrání pro klíč	č. 15/32	Frézování
č. 15/7	Oprava formy	č. 15/33	Oprava formy
č. 15/8	Oprava formy	č. 15/34	Lisování
č. 15/9	Výroba elektrod	č. 15/35	Leštění
č. 15/10	Tyč s ozubením	č. 15/36	Frézování desek, navaření
č. 15/11	Tyč s ozubením	č. 15/37	Udržba vstřikovacích desek
č. 15/12	Tyč s ozubením	č. 15/38	Vyvaření držáku odfuku
č. 15/13	Tyč s ozubením	č. 15/39	Vyvaření držáku odfuku
č. 15/14	Výroba díle dle výkresu	č. 15/40	Výroba nových jader formy
č. 15/15	Oprava formy	č. 15/41	Leštění
č. 15/16	Oprava pro montážní linku	č. 15/42	Výroba elektrody
č. 15/17	Frézování	č. 15/43	Oprava formy
č. 15/18	Frézování	č. 15/44	Oprava formy
č. 15/19	Oprava vtoku	č. 15/45	Oprava formy
č. 15/20	Oprava formy	č. 15/46	Tyč s ozubením
č. 15/21	Oprava hřídele navařováním	č. 15/47	Leštění
č. 15/22	Frézování vložek	č. 15/48	Oprava formy
č. 15/23	Oprava formy	č. 15/49	Frézování desek, navaření
č. 15/24	Oprava jader	č. 15/50	Vytáhnutí datumovky
č. 15/25	Frézování desek, navaření	č. 15/51	Výroba datumovek
č. 15/26	Leštění	č. 15/52	Oprava formy

Tab. 2.7 Zakázky leden 2016

Zakázka	Popis práce	Zakázka	Popis práce
č. 16/1	Oprava čelistí	č. 16/22	Hřidel
č. 16/2	Frézování dílů	č. 16/23	Forma
č. 16/3	Navaření dílů	č. 16/24	Frézování dílů
č. 16/4	Vřetenový upínač	č. 16/25	Oprava formy
č. 16/5	Úprava tvarové vložky formy	č. 16/26	Leštění
č. 16/6	Oprava formy	č. 16/27	Leštění
č. 16/7	Oprava formy	č. 16/28	Lisování 628 57
č. 16/8	Hloubení	č. 16/29	Navaření dílů
č. 16/9	Výroba dle výkresové dokumentace	č. 16/30	Oprava formy
č. 16/10	Forma	č. 16/31	Oprava formy
č. 16/11	Forma	č. 16/32	Oprava nožové hlavy
č. 16/12	Řezání, hloubení	č. 16/33	Hloubení
č. 16/13	Forma	č. 16/34	Oprava formy
č. 16/14	Forma	č. 16/35	Lisování 628 57
č. 16/15	Oprava vyhazovačů	č. 16/36	Navaření dílů
č. 16/16	Forma	č. 16/37	Forma
č. 16/17	Hloubení kuželových zámků	č. 16/38	Hloubení
č. 16/18	Navaření přepážky	č. 16/39	Leštění
č. 16/19	Navaření matrice	č. 16/40	Hloubení kuželových zámků
č. 16/20	Tyč s ozubením	č. 16/41	Leštění
č. 16/21	Lisování 628 58		

V lednu 2016 je evidováno 41 zakázek a je ukončena jedna výroba vstřikovací formy.

V lednu 2015 bylo evidováno 52 zakázek, avšak rozbořem bylo zjištěno, že v tomto období byly přijímány zakázky drobnějšího rázu oproti lednu 2016.

Tab. 2.8 Zakázky únor – prosinec 2015

Č.	Zakázka
1.	Výroba vstřikovacích forem
2.	Opravy vstřikovacích forem
3.	Frézování hřebenů
4.	Lisování
5.	Ostatní zakázky

V tabulce 2.6 jsou uvedeny stále se opakující zakázky pod příslušným evidenčním číslem v průběhu uvedených měsíců roku 2015.

### 2.3.2 Kapacitní propočty pro jednotlivé stroje

Kapacitní propočet byl proveden dle vzorce (7) a (8) pro stroje uvedené v tabulce 2.1 Strojní vybavení a seřazen do tabulky 2.9. V následujícím vztahu je proveden výpočet pro jeden stroj EDM. S ohledem na skutečnost, že má firma zaveden jednosměnný provoz a také není zavedena celozávodní dovolená, která by mohla ovlivnit výpočet, jsou dosaženy uvedené hodnoty. Z tabulky vyplývá, že největší podíl má na výrobě CNC obrábění.

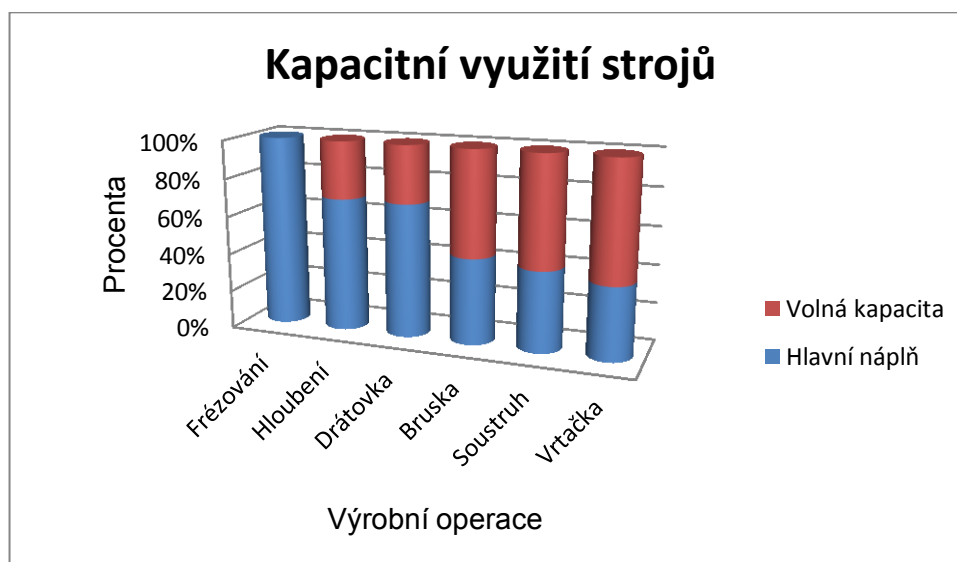
$$F_{SE} = (253 - 0) \cdot 7,5 \cdot 1 \left( 1 - \frac{10}{100} \right) = 1707,75 \quad \left[ \frac{h}{rok} \right]$$

Tab. 2.9 Kapacitní výpočet pro jednotlivé stroje

Stroj	Počet ks	h/rok
CNC	3	5 123,75
EDM hloubení	1	1 707,75
EDM řezání drátem	1	1 707,75
Bruska	1	1 707,75
Pila	1	1 707,75
Mikronavařování	2	3 415,5
Lisování	1	3 415,5

### 2.3.3 Kapacitní využití strojů

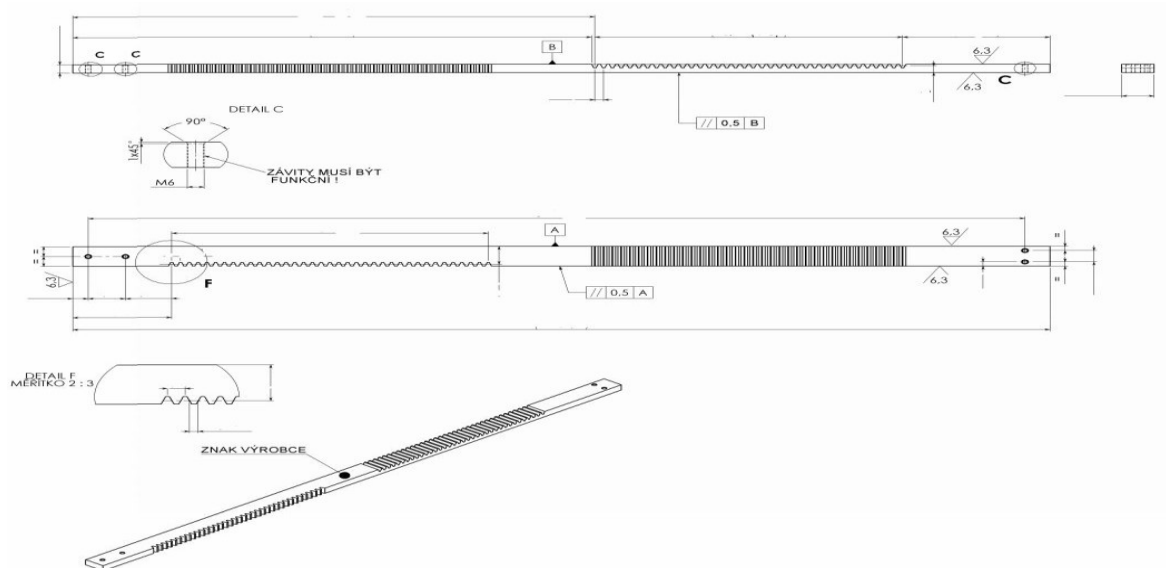
V rámci sledování stavu výroby je vedena evidence zakázek s měsíčním výstupem využití strojů, viz graf 3.1.



Graf 3.1 Přehled využití strojů

### 2.3.4 Příklad kapacitního propočtu při výrobě hřebenů

V lednu byla přijata zakázka k výrobě 50 ks hřebenů, což je součást do trafostanic. Tato součást se často opotřebovává, a proto se jedná o jednu ze sériových výrob ve firmě.



Obr. 2.9 Obrázek hřebene

Tab. 2.10 Postup a čas v minutách při výrobě 1 ks hřebenu

Číslo operace	Operace	Jednotkový čas/ks [min]
1.	Dělení materiálů	4
2.	Zarovnání délky a vrtání závitů	8
3.	Srážení ostří	3
4.	Frézování ozubení	16
5.	Srážení ostří (tato operace se provádí během strojního chodu zároveň s frézováním)	5
6.	Pískování	12
7.	Rovnání	5
8.	Fosfátování	kooperace
9.	Kontrola	5
10.	Balení + expedice	1
	Celkem	51

Součtem všech výrobních operací získáme čas na výrobu 1 ks hřebene a od konečného času se odečte sražení hran, které se provádí při zarovnávání délky.

Na výrobu 50 ks hřebenů je pak počítán čas 2550 minut, což odpovídá 42,5 hodinám. Tato zakázka je uskutečněna v rámci jednoho týdne.

## Výrobnost hřebenů

$$V = \frac{60}{N} \quad [\text{kus/h}]$$

V – Hodinová výroba

N – Norma času za operaci (pracnost) [min nebo hodin]

$$V = \frac{60}{\sum N} = \frac{60}{59-8} \quad [\text{kus/h}]$$

$$V = 1,15 \quad [\text{kus/h}]$$

Ve firmě může časem nastat problém, kdy některých ze stávajících strojů již nebude plně funkční nebo dojde k jeho úplné likvidaci. Například v lednu 2016 byla provedena výměna vřetena u obráběcího centra 1, která trvala jeden týden. Proto bylo nutné pružně reagovat na tuto situaci a to tak, že u druhého obráběcího centra bylo nutné zavést třísměnný provoz. Tímto se podařilo nečekaný problém odstranit. Další závady na strojích ve výrobě za rok 2015 a 2016 byly zanedbatelné a byly jen drobného charakteru, kde opravy byly provedeny v rámci jednoho až dvou dnů a tím nedošlo k narušení výroby. Tomuto problému lze částečně předejít pravidelnou údržbou, ale nelze jej zcela vyloučit. Firma zatím nenašla řešení tohoto možného problému. Jeden z větších problémů firmy je jen obecný přehled při plánování jednotlivých zakázek, bez výstupu kapacit jednotlivých strojů. V návaznosti na tento problém dochází k:

- Kolizi termínů dokončení z hlediska kapacit.
- Kolizi termínů technologických postupů, při plánování operace po sobě navazují dle technologických postupů a neleze je přeskočit.

V kooperaci se provádí například fosfátování hřebenů, kalení – využívá se velká kalírna, v malé míře broušení na kulato a broušení 3D tvaru, CNC soustružení. Zakázky jsou drobného rázu a vždy je nutné zjistit kooperační firmu tak, aby nebyl narušen chod zakázek a jejich dokončení.

### **3 Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků s ohledem na řešenou problematiku**

#### **3.1 Plánování výrobních kapacit s dopadem na organizaci a řízení výroby**

Hlavní výrobní sortiment firmy je navázán na spolupráci se stálými zákazníky. V tomto směru není potřeba výrobní sortiment měnit nebo výrobu přeorientovávat. Pro firmu je však velmi důležité získávat zakázky drobného charakteru, které by doplnily volné výrobní kapacity u některých strojů. Tyto drobné zakázky by zejména pokryly 100 % využití u hloubičky, brusky na plocho, soustruhu. Hlavní náplň u firmy NTZ s.r.o. je zejména výroba vstřikovacích forem pro stálé zákazníky a některá opakovaná výroba, což odpovídá zhruba 80 % měsíčního výhledu, drobnější zakázky pro příležitostné zákazníky pak pokrývají zhruba 20% výhledu.

Z hlediska organizace a řízení výroby je zjištěno, že ve firmě NTZ s.r.o. absence plánování výrobních kapacit hrubě ohrožuje plynulý chod jednotlivých zakázek, dodržení jejich termínů. A tato absence nepřispívá k jednoznačnému určení volných kapacit strojů, také nedokáže určit, zda další nabírané zakázky nemají kolizní termín k již přijatým zakázkám. Tento stav v případě kolize termínů neprospívá k dobrým vztahům mezi firmou NTZ s.r.o. a jejími zákazníky, z důvodů možnosti nedodržení požadovaného termínu.

#### **3.2 Identifikace problémů**

Z hlediska stávající výroby firma NTZ s.r.o. nenachází žádný technologický problém, jako například chybějící strojní zařízení, neboť firma od svého začátku působení na trhu až do této doby pořídila všechny nejvíce potřebné stroje pro svoji výrobu.

#### **3.3 Specifikace požadavků s ohledem na řešenou problematiku**

Požadavek číslo:

1. Výstup plánů kapacit strojů při přijetí zakázky.
2. Zaplánování tohoto výstupu do dlouhodobého plánu.
3. Výstup volných kapacit z hlediska dlouhodobého plánu.

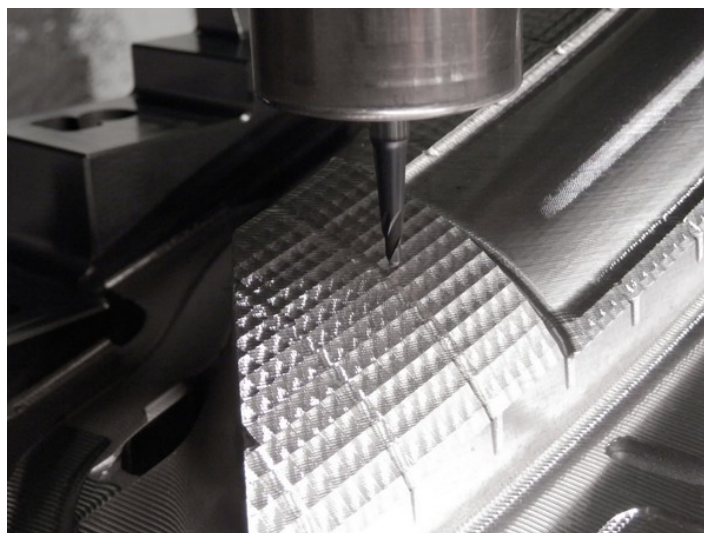
### 3.3.1 Výstup plánů kapacit strojů při přijetí zakázky

Při přijetí veškerých nových zakázek je potřeba, pokud je to možné s co největší přesností určit jednotlivé výstupy strojů s ohledem na množství požadovaných hodin tak i s ohledem na časovou osu technologie této samotné výroby.

Při výrobě vstřikovací formy (viz Obr. 3.1, 3.2) nestačí určit pouze hodinový (časový) plán jednotlivých strojů či operací, ale musí se tyto stroje a operace podílejší se na výrobě formy naplánovat a to tak, aby byly dodrženy všechny technologické postupy při výrobě jednotlivých komponentů této formy. To znamená, že nelze přeskakovat výrobní procesy a je proto důležité bezpodmínečně dodržet základní technologický postup výroby (viz Graf. 3.2).

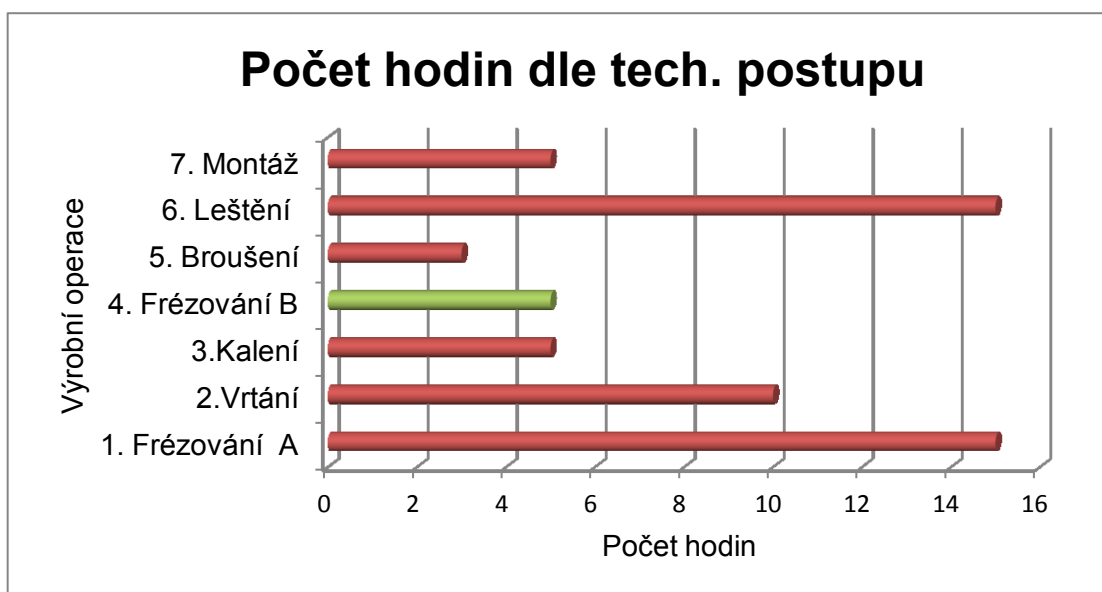


Obr 3.1 Tvárníky formy na vstřikování plastů [1 ]



Obr. 3.2 Detail 3D frézování (forma na výrobu světlometu do auta) [1 ]





Graf 3.2 Postup výroby jednoho komponentu vstřikovací formy dle technologického postupu

Při výrobě vstřikovací formy se po vrtání a kalení musí znovu část formy frézovat a proto je tato operace v grafu 3.2, znovu uvedena a to zelenou barvou (tech. postup 2).

Základní časový plán určuje jednatel společnosti, který svým zkušeným, odborným a léta praxí prověřeným odhadem určuje daný čas při výrobě. Nejedná se o skutečně odpracovaný čas. Normy spotřeby času zatím nejsou ve firmě zavedeny.

## 4 Návrh na zlepšení a jeho posouzení

Pro zlepšení kapacitního plánování byla zpracovaná a zavedena tabulka plánování výroby tzv. týdenní plán, která je vytvořena dle mého návrhu v Excelu. Jednotlivé dny v týdnu jsou kombinovány s konkrétními pracovišti. Zde jde pak jednoznačně vidět rozplánování výroby s odkazem na jednotlivé dny, tak i na jednotlivá pracoviště. Seskupením čtyř tabulek týdenního plánu vznikne měsíční výhled plánování výroby (Tab. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Výrobní plán, který bude vždy pevný pro první na tři dny zaplánování, se může měnit dále dle aktuálních požadavků od zákazníků. Rovněž je zde jasný přehled volných kapacit jednotlivých strojů, či pracovišť s výhledem na jeden měsíc. Časové určení plánování výroby na jeden měsíc je pro firmu NTZ s.r.o. zvoleno jako ideální z důvodů velkého množství přijatých zakázek a stálého operativního upravování těchto plánů.

Tab. 4. 1 Týdenní plán výroby vstřikovací formy a doplňkové výroby 22. 2. – 26. 2.

Tabulka: týdenní plán					
	PONĚLÍ	ÚTERÝ	STŘEDA	ČTVRTEK	PÁTEK
<b>CNC 1</b>	16/33	16/33	16/33	16/33	16/33
Aktuální stav v %	20 %	40 %	60 %	80 %	90 %
<b>CNC 2</b>	16/37	16/37	16/37	16/33	16/41
Aktuální stav v %	30 %	60 %	100 %	100 %	50 %
<b>CNC 3</b>	16/36	16/36	16/36	16/36	16/36
Aktuální stav v %	30 %	60 %	70 %	80 %	100 %
<b>Hloubička</b>	16/33	16/33	16/33		
Aktuální stav v %	25 %	50 %	80 %		
<b>Drátovka</b>	16/33	16/33	16/33	16/38	16/38
Aktuální stav v %	20 %	40 %	60 %	80 %	90 %
<b>Ruční 1</b>	16/35	16/35	16/35	16/35	16/43
Aktuální stav v %	20 %	40 %	80 %	100 %	10 %
<b>Ruční 2</b>	16/34	16/42	16/42	16/42	16/43
Aktuální stav v %	20 %	10 %	30 %	100 %	30 %
<b>Ruční 3</b>	16/33	16/33	16/33	16/33	16/33
Aktuální stav v %	20 %	50 %	70 %	80 %	100 %
<b>Ruční 4</b>	16/33	16/33	16/33	16/33	16/33
Aktuální stav v %	10 %	30 %	50 %	80 %	100 %
VYSTAVIL:				DATUM VYSTAVENÍ:	17. 2. 2016

Po ranní poradě a revizi příslušných pracovišť pověřená osoba zapíše stav u jednotlivých zakázek v procentech do navrženého formuláře (viz Tab. 4.1), tak je možné získat odpovídající orientaci k jednotlivé zakázce.

Tab. 4. 2 Týdenní plán výroby vstřikovací formy a doplňkové výroby 29. 2. – 4. 3.

Tabulka: týdenní plán					
	PONDĚLÍ	ÚTERÝ	STŘEDA	ČTVRTEK	PÁTEK
<b>CNC 1</b>	16/43	16/50	16/50	16/50	16/50
Aktuální stav v %					
<b>CNC 2</b>	16/47	16/47			
Aktuální stav v %					
<b>CNC 3</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Hloubička</b>	16/46	16/43	16/43		
Aktuální stav v %					
<b>Drátovka</b>	16/38	16/38			
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 1</b>	16/48	16/46	16/46	16/43	16/46
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 2</b>	16/48	16/48		16/43	
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 3</b>	16/33	16/33	16/33		
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 4</b>	16/33	16/33	16/33		
Aktuální stav v %					
VYSTAVIL:				DATUM VYSTAVENÍ:	17. 2. 2016

Tab. 4. 3 Týdenní plán výroby vstřikovací formy a doplňkové výroby 7. 3. – 11. 3.

Tabulka: týdenní plán					
	PONĚLÍ	ÚTERÝ	STŘEDA	ČTVRTEK	PÁTEK
<b>CNC 1</b>	16/45	16/45	16/45	16/45	16/45
Aktuální stav v %					
<b>CNC 2</b>	16/49	16/49	16/49	16/49	16/49
Aktuální stav v %					
<b>CNC 3</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Hloubička</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Drátovka</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 1</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 2</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 3</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 4</b>					
Aktuální stav v %					
VYSTAVIL:				DATUM VYSTAVENÍ:	17. 2. 2016

Tab. 4. 4 Týdenní plán výroby vstřikovací formy a doplňkové výroby 14. 3. – 18. 3.

Tabulka: týdenní plán					
	PONĚLÍ	ÚTERÝ	STŘEDA	ČTVRTEK	PÁTEK
<b>CNC 1</b>	16/45	16/45	16/45	16/45	16/45
Aktuální stav v %					
<b>CNC 2</b>	16/45	16/45			
Aktuální stav v %					
<b>CNC 3</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Hloubička</b>			16/45	16/45	16/45
Aktuální stav v %					
<b>Drátovka</b>	16/45	16/45	16/45	16/45	16/45
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 1</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 2</b>					
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 3</b>				16/45	16/45
Aktuální stav v %					
<b>Ruční 4</b>				16/45	16/45
Aktuální stav v %					
VYSTAVIL:				DATUM VYSTAVENÍ:	17. 2. 2016

## 5 Zhodnocení přínosů a závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout řešení kapacitního plánování při výrobě vstřikovací formy, která je jednou z hlavních náplní práce ve firmě NTZ s.r.o.

Důležitost kapacitního plánování si uvědomuje většina dynamicky se rozvíjejících firem. Firma NTZ s.r.o. není výjimkou a to z toho důvodu, aby mohla pružně reagovat, jak na nové zakázky, tak i uspokojovat veškeré potřeby stávajících zákazníků.

V práci byla provedena analýza současného stavu z týkající se výrobního sortimentu. K dnešnímu datu byl k dispozici pouze obecný přehled o plánování výroby. Nedílnou součástí analýzy je sestavení přehledu používaného strojního vybavení a možnosti využití strojů pro celou řadu výrobních operací, jako např. CNC frézování, elektroerozivní obrábění (EDM hloubení), opravy mikronavařováním a opracováním povrchů leštěním s nejvyššími nároky na přesnost a kvalitu. Firma vstupuje na trh i s hotovými plastovými výrobky, které splňují náročné požadavky zákazníků.

K přínosům předložené bakalářské práce patří metodické zapracování plánování výrobních kapacit v podobě evidence přehledu dle tab. 4.1 Na základě vyhodnocení dat byly sestaveny další přehledy pro využití strojního času, viz graf 3.1 Obecný přehled využití strojů, který umožní rozhodnout, zda je možné a v jakém procentním objemu plánovat realizaci některých strojních operací.

Podrobně je řešen základní postup výroby jednotlivých dílů vstřikovací formy, hodnoceny pak jednotlivé operace. Pak je možné sestavit časovou náročnost využití operací při výrobě vstřikovací formy. Při výrobě je nutno dodržovat technologicky postup a představu o časové náročnosti v tomto případě ukazuje graf 3.2 Postup výroby jednoho komponentu vstřikovací formy dle technologického postupu.

Hlavním přínosem předkládané bakalářské práce je návrh konkrétních plánů, viz tab. 4.1 Týdenní plán výroby vstřikovací formy a doplňkové výroby 22. 2. – 26. 2. nebo tab. 4.4 Týdenní plán výroby vstřikovací formy a doplňkové výroby 14. 3. – 18. 3. Zavedení navržené metodiky do praxe pak umožní firmě zlepšit řízení v oblasti plánování svých výrobních kapacit. Přispěje také k využití svých rezerv při výrobě vstřikovacích forem.

Pravidelná aktualizace plánů výrobních kapacit do navržených tabulek zajistí lepší přehled o volných kapacitách u jednotlivých strojů či operací. Volné kapacity je možné využít pro další možnou výrobu drobnějšího charakteru, než je samotná výroba vstřikovací formy. Aktualizaci tabulek bude provádět jednatel společnosti. Tabulky jsou již

v provozu testovány a zatím se osvědčují jako přínosné pro společnost. Došlo ke zlepšení dodržování termínů.

Zavedené kapacitní plánování, pak umožní lepší orientaci v evidenci zakázek a také lepší sledování průběhu plnění jednotlivých zakázek na příslušných pracovištích, což by mělo vést v konečném důsledku ke snížení nákladů při výrobě. Firma bude moci pružněji reagovat na nové zakázky a tím do budoucna zajistit stabilní fungování podniku na trhu.

## 6 Seznam použité literatury

- [1] NTZ spol. s.r.o. [online]. © 2015 NTZ spol. s.r.o. [vid. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.ntzvsetin.cz/>.
- [2] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Oldřich VYKYPĚL. *Strategické řízení: teorie pro praxi*. 2. vyd. Praha: C.H. Beck, 2006. s.206 ISBN 80-7179-453-8.
- [3] ZELENKA, Antonín a. Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2.
- [4] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. s.105 ISBN 80-248-1223-1.
- [5] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. Vyd. 1. Ostrava: Fakulta strojní VŠB-TUO, 2012, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [6] SCHULTE, Christof. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. s.301 ISBN 80-85605-87-2.
- [7] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [8] SCHINDLEROVÁ, Vladimíra, *Logistika v příkladech: učební text* [online]. 1. vydání. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3057-5.
- [9] *Produkční a operační management* [online]. © 2008 Vysoká škola ekonomie a managementu. [vid. 2014-11-16]. Dostupné z: [http://www.vsem.cz/data/data/sis-ukazky-kapitol/POM\\_Ukazka\\_kapitoly.pdf](http://www.vsem.cz/data/data/sis-ukazky-kapitol/POM_Ukazka_kapitoly.pdf).
- [10] HÁDEK, Ladislav. *Organizace a řízení výroby II*. 1. vydání. Ostrava: Vysoká škola podnikání, a.s., 2006. 70 s. ISBN 80-86764-37-0.
- [11] KONEČNÝ, Miloslav a Markéta GREGUŠOVÁ. *Strategický management: učební text* [CD-ROM]. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2012 [vid. 2016-02-28]. ISBN 978-80-248-2791-9.
- [12] SKALÍK, Pavel a Josef NOVÁK. *Základy projektování: učební text* [CD-ROM]. 1. vydání. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012 [vid. 2016-02-28]. ISBN 978-80-248-2678-3.
- [13] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: cvičení II*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-0962-1.



- [14] JZHShop.cz [online], Copyright © 2016. [vid. 2016-02-28]. Dostupné z: [www.bezva-naradi.cz](http://www.bezva-naradi.cz).
- [15] Forsteel Europe, s.r.o [online], Copyright © 2016. [vid. 2016-02-28]. Dostupné z [www.forsteel.eu](http://www.forsteel.eu).
- [16] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vydání. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.

## 7 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1.1	Schéma řídicího subsystému
Obr. 1.2	Schéma řízeného subsystému
Obr. 1.3	Základní dělení logistiky
Obr. 1.4	Znázornění toku materiálu – Sankeyův diagram
Obr. 2.1	Logo firmy NTZ s.r.o.
Obr. 2.2	Vstřikovací lis BA 200CD
Obr. 2.3	Příklady výrobků ze sériové výroby
Obr. 2.4	Schéma aktuálního uspořádání pracovišť ve firmě NTZ s.r.o.
Obr. 2.5	Bruska na plocho a kulato
Obr. 2.6	Soustruh kombinovaný PROMA SKF-800
Obr. 2.7	Průvodní list
Obr. 2.8	Vstřikovací forma
Obr. 2.9	Obrázek hřebene
Obr. 3.1	Tvárníky formy na vstřikování plastů
Obr. 3.2	Detail 3D frézování (forma na výrobu světlometu do auta)
Tab. 2.1	Strojní vybavení
Tab. 2.2	Přehled aktivit dvou vedoucích společníků
Tab. 2.3	Základní materiál – třídy oceli
Tab. 2.4	Speciální materiál – třídy oceli
Tab. 2.5	Základní časový kapacitní plán výroby formy
Tab. 2.6	Zakázky leden 2015
Tab. 2.7	Zakázky leden 2016
Tab. 2.8	Zakázky únor – prosinec 2015
Tab. 2.9	Kapacitní výpočet pro jednotlivé stroje
Tab. 2.10	Postup a čas v minutách při výrobě 1 ks hřebenu.
Tab. 4.1	Týdenní plán výroby 22.2-26.2
Tab. 4.2	Týdenní plán výroby 29.2-4.3

Tab. 4.3	Týdenní plán výroby 7.3-11.3
Tab. 4.4	Týdenní plán výroby 14.3-18.3
Graf 3.1	Obecný přehled využití strojů
Graf 3.3	Postup výroby jednoho komponentu vstříkovací formy dle technologického postupu

## Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. za cenné rady, ochotu a odbornou pomoc při zpracovávání této bakalářské práce.

Také bych chtěla poděkovat své rodině, přátelům a firmě NTZ s.r.o. za jejich podporu a vstřícnost během mého studia.

